



Desempenho de Misturas Solo-Aglomerantes com Resíduos de Construção e Demolição para Aplicações Geotécnicas

Maria Eduarda Hass

Discente do curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil, dudahass@hotmail.com

Maria Eduarda Bus

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, busmariaeduarda@gmail.com

Bianca Penteado de Almeida Tonus

Professora Doutora do Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil, bpatonus@uepg.br

Carlos Emmanuel Ribeiro Lautenschläger

Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil, cerlautenschlager@uepg.br

Lúcio Marcos de Geus

Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil, lmgeus@hotmail.com

RESUMO: O estudo teve como objetivo avaliar o potencial de resíduos de construção e demolição (RCD) como material para o melhoramento do solo na produção de blocos de solo-cimento, analisando o comportamento com adição dos resíduos. Durante a pesquisa foram realizadas as caracterizações do solo e do RCD empregados na confecção de 54 blocos com diferentes proporções de RCD (15%, 30% e 45%) e cimento (5%, 10% e 15%), submetidos a ensaios de resistência à compressão e absorção. Com base nos resultados, os blocos com menor quantidade de RCD não atingiram os requisitos mínimos exigidos por norma. Já os blocos com 45% de RCD superaram a resistência mínima normativa e resultaram em uma menor absorção, indicando uma estrutura coesa. Isso demonstrou que o RCD contribuiu para a melhoria da distribuição granulométrica do solo, favorecendo o empacotamento das partículas e aumentando a resistência, permitiu reduzir a quantidade de cimento, tornando a produção mais sustentável. Concluiu-se que a incorporação de RCD em teores adequados pode contribuir na redução do uso de recursos naturais, e trazer melhorias nas propriedades dos blocos, tornando-os mais resistentes e duráveis. As misturas avaliadas podem ser utilizadas para estabilizações de camadas de pavimentação, muros de contenção de pequenas solicitações, melhorias de solo para estabilizações de áreas como aterros e superfícies de taludes.

PALAVRAS-CHAVE: Blocos, Solo-cimento, Resíduos, Propriedades, Melhoramento de solos.

ABSTRACT: “This study aimed to evaluate the potential of construction and demolition waste (CDW) as a material for soil improvement in the production of soil-cement blocks, analyzing the behavior with the addition of such waste. The research involved the characterization of the soil and CDW used in the production of 54 blocks with different proportions of CDW (15%, 30%, and 45%) and cement (5%, 10%, and 15%), which were subjected to compressive strength and water absorption tests. Based on the results, blocks with lower CDW content did not meet the minimum requirements established by standards. On the other hand, blocks with 45% CDW exceeded the minimum strength requirement and showed lower absorption, indicating a more cohesive structure. This demonstrated that CDW contributed to the improvement of soil particle size distribution, favoring particle packing and increasing strength, while also allowing for a reduction in cement content, making the production more sustainable. It was concluded that the incorporation of CDW at appropriate levels can reduce the use of natural resources and improve the properties of the blocks, making them stronger and more durable. The evaluated mixtures can be applied in



the stabilization of pavement layers, small-scale retaining walls, and soil improvement for the stabilization of areas such as embankments and slope surfaces.

KEYWORDS: Blocks, Waste, Soil, Properties, Soil improvement.

1 INTRODUÇÃO

A preservação ambiental na engenharia é uma preocupação necessária na atualidade, dada a crescente conscientização sobre os impactos ambientais das atividades humanas e a demanda de promover práticas mais sustentáveis em todos os setores, além da redução de custos que tem grande peso nesta área. Com isso, a gestão e o reaproveitamento de resíduos são indispensáveis, incluindo os Resíduos de Construção e Demolição (RCD), que representam uma parcela significativa do volume de resíduos sólidos gerados no Brasil. Na região sul, a capacidade de beneficiamento dos RCD é de cerca de um terço da produção anual (ABRECON, 2022), levantando debate sobre a degradação ambiental causada pela disposição inadequada do resíduo não beneficiado, bem como a necessidade de estudos sobre o potencial desses materiais como possíveis recursos para aplicações de grande porte, como em geotecnia e construção civil.

Os Resíduos da Construção Civil, em conformidade com a definição dada pela RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. O RCD utilizado se enquadra na classificação A, como resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados (NBR 15114, ABNT 2004). Se reaproveitados adequadamente, podem contribuir para a redução da degradação ambiental e dos custos de produção.

A estabilização de solos com cimento é uma técnica geotécnica consolidada, utilizada para melhorar as propriedades mecânicas e a durabilidade de solos de baixa qualidade para diversas aplicações, como em pavimentação, aterros compactados, melhoria de solos, reforço em técnicas de contenção de taludes e tijolos (Helwany, 2016). A produção de tijolos de solo-cimento é uma prática comum na construção civil, reconhecida por sua simplicidade e eficiência. São tradicionalmente compostos por solo, cimento Portland e água em proporções adequadas, e após compactação e cura resultam em material de boa resistência à compressão, permeabilidade adequada e boa durabilidade (Instituto Maximiliano Gaidzinski, 2007). No entanto, essa técnica enfrenta desafios ambientais significativos relacionados à extração de recursos naturais e custos associados, já que de 60% a 80% de sua composição é de solo natural que, a depender de sua granulometria e características de plasticidade, pode demandar elevadas quantidades de cimento, aumentando o custo energético e ambiental.

A incorporação de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) como alternativa aos materiais convencionais pode representar uma solução viável para minimizar esses problemas e dar uma destinação adequada aos resíduos. Apesar dos benefícios potenciais, os resíduos são compostos por uma variedade de materiais que se comportam de maneira diferente, portanto podem interferir nas propriedades dos tijolos. A análise granulométrica e as características físicas do RCD são indispensáveis para entender como ele pode melhorar o solo, aperfeiçoando o empacotamento das partículas no meio compactado e, conseqüentemente, o desempenho mecânico dessa mistura.

Este estudo tem como objetivo principal investigar as propriedades físicas e mecânicas de misturas de solo-cimento incorporando RCD, com foco em sua aplicação como material para melhoramento do solo utilizado, buscando analisar a viabilidade de substituir parcialmente o solo natural em teores que possam possibilitar redução no consumo de cimento. Busca-se comparar seu comportamento com o tijolo de solo-cimento comum e analisar se é viável essa substituição e seu impacto, e com isso contribuir para o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis na engenharia, a partir de um estudo preliminar de dosagem dessa mistura.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento desta pesquisa foi dividido em duas etapas: a primeira para a coleta e caracterização dos materiais utilizados (solo e RCD); e a segunda para confecção dos blocos e realização dos ensaios de compressão e absorção.

Para a produção dos blocos, foram utilizados solo laterítico do Campo Experimental de Estudos Geotécnicos de Ponta Grossa (CEEG-PG), localizado no campus Uvaranas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, e o resíduo proveniente de cooperativa de coleta e beneficiamento de RCD da região, tendo sido usada neste estudo a fração passante na peneira de abertura 4,75mm. O cimento empregado na produção de tijolos foi o cimento Portland de alta resistência inicial (CP V – ARI). Os ensaios para esta pesquisa foram realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos e Rochas da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Na primeira etapa, de caracterização dos materiais, foram feitos os seguintes ensaios: umidade gravimétrica para o solo e o RCD pela NBR 6457 (ABNT 2016), peso específico real dos grãos do solo pela DNER-ME 093 (DNER, 1994), peso específico real do RCD com frasco de Chapman pela NBR 9776 (ABNT, 1998), análise granulométrica para solo e RCD pela NBR 7181 (ABNT 2016) e limites de liquidez e plasticidade para o solo pela NBR 6459 (ABNT 2016) e NBR 7180 (ABNT 2016), respectivamente.

A segunda etapa teve como objetivo inicial alcançar a dosagem ideal de materiais para produção de tijolos que atingissem no final um peso específico aparente seco igual a 16 kN/m³ e teor de umidade de 22%, valores escolhidos através de estudo prévio, realizado com os mesmos materiais, do comportamento em compactação (Figura 1) e resistência em corpos de prova cilíndricos (Geus et al., 2024), o qual cita que o melhor resultado de resistência ocorreu para as misturas com este peso específico.

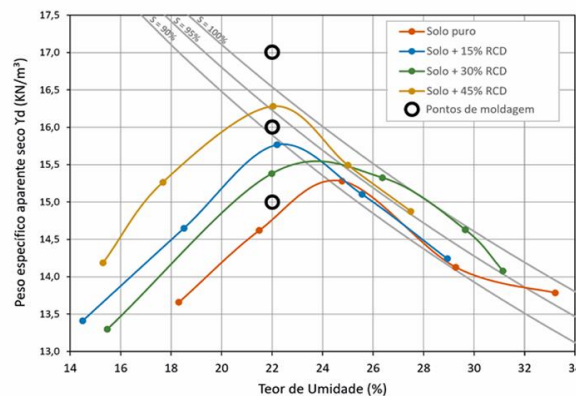


Figura 1. Curvas de compactação do solo e misturas solo-RCD (Geus et al., 2024)

As medidas dos blocos foram estabelecidas seguindo as recomendações da NBR 10833 (ABNT, 2013), sendo definidos nesta pesquisa com altura de 6 cm, comprimento de 25 cm e largura de 12,5 cm, para posteriormente calcular o volume e a quantidade de materiais. Multiplicando o volume de um bloco pelo peso específico aparente seco objetivo, obteve-se o peso de materiais secos por bloco. Com isso foram desenvolvidos 9 traços com variações de teores de RCD e cimento conforme a Tabela 1, para cada proporção foram confeccionados 6 tijolos, sendo 3 utilizados para o ensaio de resistência à compressão e 3 para o de absorção, ambos conforme a NBR 8492 (ABNT, 2013).

Tabela 1. Quantidade e proporções dos tijolos produzidos.

Traços	Quantidade	Solo (%)	RCD (%)	CP V – ARI (%)
Traço 1	6	50	45	5
Traço 2	6	45	45	10
Traço 3	6	40	45	15
Traço 4	6	65	30	5
Traço 5	6	60	30	10
Traço 6	6	55	30	15
Traço 7	6	80	15	5
Traço 8	6	75	15	10
Traço 9	6	70	15	15

Com os materiais pesados e separados, foram moldados 54 blocos utilizando uma prensa manual, conforme a NBR 10833 (ABNT 2013). Um dos blocos moldados com 45% de RCD é mostrado na Figura 2.

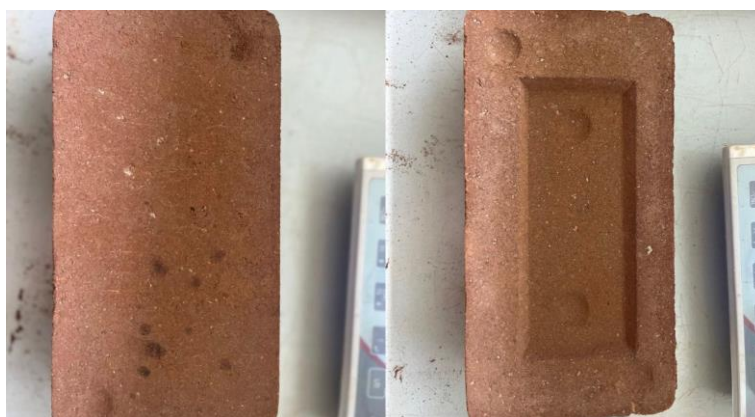


Figura 2. Produção e ensaios dos blocos.

Por fim, 27 dos blocos foram para o teste de compressão e os outros 27 para o de absorção, ambos os ensaios seguindo a NBR 8492 (ABNT 2012).

3 RESULTADOS

Primeiramente foi feita a caracterização do solo, para cada ensaio foram utilizadas três amostras de solo e os resultados obtidos, seguidos das normas utilizadas, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização do solo.

Ensaio	Resultado	Norma/Método
Umidade Gravimétrica	3,27 %	NBR 6457 (ABNT 2016)
Peso Específico Real	2,639 gf/cm ³	DNER-ME 093/1994
Limite de Liquidez (LL)	33%	NBR 6459 (ABNT 2016)
Limite de Plasticidade	NP	NBR 7180 (ABNT 2016)

A caracterização do solo resultou em um material com teor de umidade gravimétrica de 3,27% e peso específico real de 2,639 gf/cm³. O limite de liquidez recomendado para tijolos de solo-cimento, segundo a NBR 10832 (ABNT 1989), deve ser menor ou igual a 45%, portanto o solo utilizado está apropriado com um LL de aproximadamente 33%. Já no ensaio de limite de plasticidade seguindo a NBR 7.180 (ABNT 2016) não foi possível obter uma amostra equivalente ao cilindro comparativo, isso classifica o solo como não plástico (NP), portanto apesar de apropriado, pode ter suas propriedades mecânicas melhoradas com a adição dos resíduos.

Após a caracterização do solo, foi realizada a do RCD, também com três diferentes amostras do material, e através das normas de solos e agregados, indicadas junto com os resultados obtidos na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização do RCD.

Ensaio	Resultado	Norma/Método
Umidade Gravimétrica	10,27 %	NBR 6.457 (ABNT 2016)
Peso Específico Real	2,538 gf/cm ³	NBR 9776 (ABNT 1998)
Limite de Liquidez (LL)	Não possui	NBR 6.459 (ABNT 2016)
Limite de Plasticidade	NP	NBR 7.180 (ABNT 2016)

O RCD resultou em um teor de umidade gravimétrica mais alto que o solo, no valor de 10,27%, e peso específico real de 2,538 gf/cm³. No ensaio de limite de liquidez (LL) não foi possível obter o fechamento da



ranhura com mais 25 golpes, portanto a norma considera um material sem limite de liquidez, e consequentemente, não plástico.

O último ensaio realizado para caracterização do solo e do RCD foi o de análise granulométrica seguindo a NBR 7181 (ABNT, 2016). Os resultados obtidos estão na Tabela 4, que apresenta a distribuição dos materiais nas faixas indicadas pela NBR 6502 (ABNT, 1995), permitindo a comparação direta entre a granulometria do solo e do RCD.

Tabela 4. Comparação da Análise Granulométrica entre Solo e RCD.

Fração Granulométrica	Intervalo de Diâmetro (mm)	Fração do Solo (%)	Fração do RCD (%)
Pedregulho	Diâmetro > 2 mm	0	28
Areia	0,06 mm < Diâmetro ≤ 2 mm	48	65
Silte	0,002 mm < Diâmetro ≤ 0,06 mm	18	3
Argila	Diâmetro ≤ 0,002 mm	34	4

Conforme a NBR 6502 (ABNT, 1995), é considerado um solo areno-argiloso, com uma quantidade considerável de ambas as frações. Já o RCD, segundo as faixas granulométricas normativas para o solo, apresentou uma distribuição de tamanhos de grãos que pode ser associada às características de um solo arenoso. Observa-se que o resíduo possui grãos de maior dimensão em comparação ao solo, com uma alta porcentagem de areia e uma fração considerável de pedregulhos, e uma proporção muito baixa de finos (silte e argila), tendo uma natureza de agregado granular, ideal para uso em associação com solo de distribuição granulométrica mais fina, auxiliando na melhoria de graduação do material resultante, gerando um melhor empacotamento sob compactação. Denota-se que o solo natural apresentou alta porcentagem de argila, não adequado para uso direto em tijolos de solo-cimento.

Após as caracterizações, os próximos resultados apresentados na Tabela 5, são dos ensaios de compressão e absorção, realizados conforme a NBR 8492 (ABNT, 2013).

Tabela 5. Resultados de compressão e absorção.

Teor de RCD (%)	Teor de cimento (%)	Resistência à Compressão (MPa)	Absorção (%)
45	5	3,78	22,05
	10	10,59	23,94
	15	17,14	19,39
30	5	0,46	26,51
	10	1,25	26,92
	15	1,64	28,27
15	5	0,07	24,47
	10	0,4	29,64
	15	0,99	29,77

Conforme a NBR 8492 (ABNT, 2012) os tijolos de solo cimento convencionais não devem apresentar valores de compressão inferiores a 1,7 MPa na idade de 7 dias, portanto pode-se observar que nenhuma das amostras com 15 e 30% de RCD atingiram o valor mínimo. Em relação a absorção, seguindo a mesma norma, o valor não deve ser superior a 22% na idade de 7 dias, observando-se também valores não condizentes com a norma nos teores de 30 e 15% de RCD e no teor de 10% de cimento e 45% RCD.

A Figura 3 apresenta gráfico que representa visualmente o impacto significativo do teor de cimento e do teor de RCD no desempenho mecânico das misturas, comparando com o valor mínimo exigido por norma de 1,7 MPa.

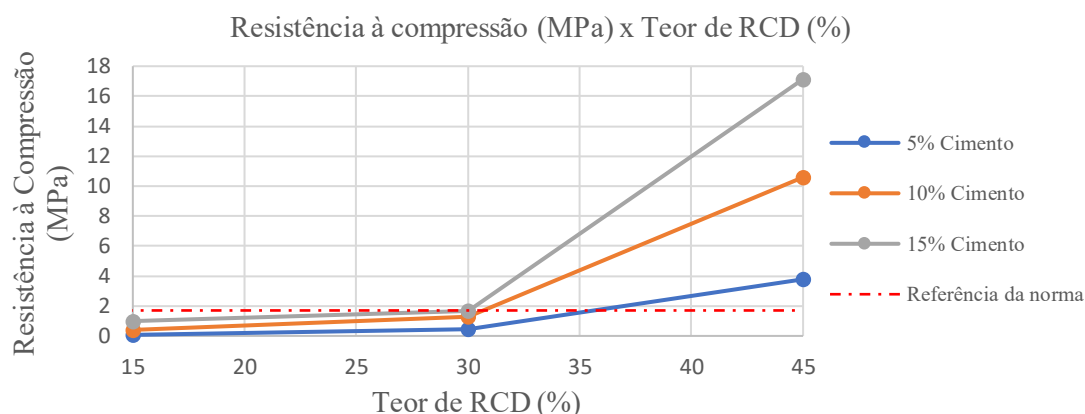


Figura 3. Gráfico de variação de resistência com aumento dos teores de RCD e cimento.

Para todos os teores de RCD estudados, o aumento no teor de cimento resulta em uma melhora na resistência à compressão, o que é um comportamento esperado, mas além disso observa-se que, para os mesmos teores de cimento a resistência à compressão tende a aumentar com o incremento do teor de RCD. Mesmo com esse aumento, apenas as misturas com 45% de resíduo ultrapassaram a referência mínima estipulada pela norma, isso pode indicar que, a partir de certo ponto, a presença de RCD, em conjunto com uma dosagem adequada de cimento, pode auxiliar a interação entre as partículas, contribuindo para o ganho de resistência.

A Figura 4 mostra o comportamento das misturas em relação à absorção e como a incorporação de RCD e cimento afeta essa propriedade.

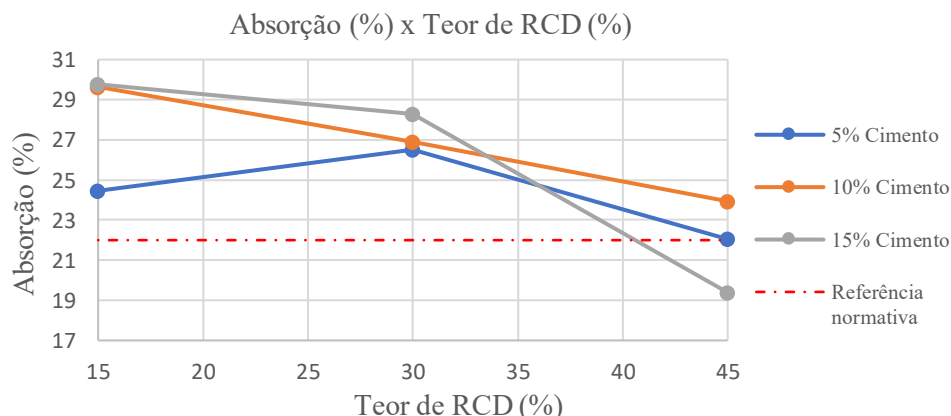


Figura 4. Gráfico de variação de absorção com aumento dos teores de RCD e cimento.

Observa-se uma tendência de redução da absorção com o aumento do teor de RCD, indicando uma melhora na granulometria e a formação de uma estrutura mais densa, que podem contribuir para a redução da absorção, porém a quantidade de cimento influencia bastante nesta propriedade por conta hidratação de seus componentes. No entanto, há uma variação significativa nos valores de absorção, o que sugere que a interação entre as partículas de RCD, solo e cimento é complexa e depende das proporções relativas.

4 CONCLUSÃO

Nos ensaios conduzidos neste estudo, os blocos com teores de 15% e 30% de RCD não alcançaram a resistência mínima de 1,7 MPa exigida pela NBR 8492 (ABNT, 2012) e apresentaram valores de absorção de água superiores aos limites normativos. Entretanto, com o teor de 45 % de RCD, os blocos apresentaram resistência significativamente superior ao mínimo exigido pela norma e menor absorção de água, o que indica uma estrutura mais densa e menos porosa.

Apenas um dos traços cumpriu os requisitos necessários por norma, porém estes resultados mostram que adição de RCD proporciona uma melhoria na distribuição granulométrica da mistura solo-cimento,



2025

favorecendo o empacotamento de partículas dos materiais constituintes em processo de compactação. Esse aprimoramento no arranjo dos grãos contribui diretamente para o aumento da densidade da matriz e, consequentemente, para o ganho de resistência e a redução da absorção de água. Além disso, a natureza mista do RCD, que inclui componentes cerâmicos, pode estar contribuindo para o efeito de cura interna, contribuindo para uma hidratação mais tardia de partículas anidras do cimento e, assim, um aumento progressivo da resistência. Os ensaios de absorção corroboram com esta análise, pois observa-se que os traços que tiveram maior resistência, apresentaram menor absorção, quando comparados com os demais.

As análises revelam que o aumento do teor de RCD, quando devidamente dosado, melhora as propriedades mecânicas da mistura, tanto em termos de resistência à compressão quanto de absorção de água. A contribuição do RCD em substituição ao solo permite reduzir a quantidade de cimento necessária, sem comprometer o desempenho estrutural dos blocos. Portanto, conclui-se que a incorporação de RCD em blocos de solo-cimento é uma solução viável e ambientalmente sustentável para o melhoramento de solos. Ao melhorar as características mecânicas do material e promover uma destinação inteligente de resíduos, este estudo representa uma opção com bom desempenho para a engenharia geotécnica e a construção civil, contribuindo para o desenvolvimento de materiais mais resistentes, duráveis e com menor impacto ambiental. Assim, desde que estudos complementares validem seu uso nessas condições, podem ser empregados como estabilização de camadas para pavimentação, muros de contenção de pequena solicitação, melhoria de solos para aterros e camadas de proteção superficial de taludes, contenções com uso de solo-cimento ensacado que conforme Filho (1989) é uma das aplicações mais versáteis deste material. As misturas avaliadas mostram potencial para aplicações geotécnicas, e podem servir como base para investigações futuras com teores mais elevados, possibilitando estudos mais aprofundados que avaliem a viabilidade do material em aplicações de maior solicitação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Araucária pela concessão de bolsa de Iniciação Científica, a equipe de pesquisa do Laboratório de Mecânica dos Solos e Rochas da UEPG, especialmente ao Eng. Civ. Gustavo Prado, Eng. Civ. Selma Medeiros e ao técnico Nilson Bueno pelo apoio e auxílio nos ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrecon (2020). *A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil*. São Paulo: EPUSP, 2022. Disponível em: <https://abrecon.org.br/documentos-e-informa/pesquisa-setorial-abrecon-2020>. Acesso em: 8 de julho 2025.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (2004). NBR 15114. *Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (2016). NBR 6.457 – *Agregados para concreto* – Requisitos. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (1995). NBR 6502 – *Rochas e solos – Terminologia*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (1984). NBR 7.181 – *Análise Granulométrica*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (2016). NBR 7.182 – *Ensaio de compactação*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (2016). NBR 6.459 – *Determinação do limite de liquidez*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (1998). NBR 9776– *Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (2013). NBR 10833 – *Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica*. Rio de Janeiro.



- Associação Brasileira De Normas Técnicas (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.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (1989). NBR 10832 – *Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (1994). NBR 10836 *Bloco de solo-cimento sem função estrutural – determinação da resistência à compressão e absorção de água*. Rio de Janeiro.
- Chagas, Luiz Roberto (2008) . Engenharia de construção: *Obras de grande porte*. [S. l.]: Odebrecht, p. 251.
- Conselho Nacional Do Meio Ambiente (2002). *Resolução CONAMA nº 30, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil*. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305 . Acesso em: 16 de março de 2024
- De Geus, Lucio Marcos et al. (2024). Solo-cimento e resíduos de construção e demolição. *Revista Técnica de Engenharia dos Campos Gerais, AEAPG/Crea-PR*. Edição 2 , [s. l.]. Disponível em: <http://aeapg.org.br/wp-content/uploads/2024/07/Revista-AEAPG-Edicao2-2024-Digital.pdf> . Acesso em: 11 de setembro de 2024.
- FILHO, F. J. T; O solo-cimento e suas aplicações rurais. Boletim Técnico 117. São Paulo, 1989.
- Helwany, Sam. (2016). *Applied Soil Mechanics with ABAQUS Applications*. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/58527705/Applied-Soil-Mechanics-With-ABAQUS-Applications> Acesso em 05 de setembro de 2024.
- Instituto Maximiliano Gaidzinski (2007). *Estudo do Processo de Obtenção e Caracterização de Tijolos Solo-Cimento*. Cerâmica industrial, [S. l.], p. 4. Disponível em: <https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/587657337f8c9d6e028b4731/pdf/ci-12-6-587657337f8c9d6e028b4731.pdf>. Acesso em: 16 de março de 2024.
- Presa, Marcello Bastos (2011). *Resistência à compressão e absorção de água em tijolos de solo cimento*. Orientador: Prof. Samuel Martin. 2011. 41 p. Monografia de graduação (Engenharia agrônoma) - Universidade de Brasília- UnB, [S. l.]. Disponível em: file:///C:/Users/user/Downloads/2011_MarcelloBastosPresa.pdf . Acesso em: 18 de março de 2024.