

Influência do Uso de Resíduos da Construção Civil e de Serragem de Couro Bovino nas Propriedades Mecânicas de Argamassas

Influence of the Use of Waste from Civil Construction and Brown Leather Sawing in the Mechanical Properties of Mortars

DOI:10.34117/bjdv6n11-145

Recebimento dos originais: 09/10/2020

Aceitação para publicação: 09/11/2020

Dilson Nazareno Pereira Cardoso

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia – PRODERNA,

Instituição: Universidade Federal do Pará - UFPA

Endereço: 66075-110, Belém, PA, Brasil

E-mail: dnpcardoso@gmail.com

Alcebiádes Negrão Macêdo

Doutor em Engenharia de Estruturas

Instituição: Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo, EESC-USP, Brasil

Endereço: 66075-110, Belém, PA, Brasil

E-mail: anmacedo@ufpa.br

Emanuel Negrão Macêdo

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Instituição: Universidade Federal do Pará – UFPA,

Endereço: 66075-110, Belém, PA, Brasil

E-mail: enegrao@ufpa.br

Lêda de Azevedo Racanelli

Mestre em Engenharia de Processos

Instituição: Universidade Federal do Pará – UFPA

Endereço: 66075-110, Belém, PA, Brasil

E-mail: lbsracanelli@hotmail.com

Letícia Eduarda Alves e Álvares

Instituição: Faculdade de Engenharia Química (FEQ), Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 Guamá 66075-970 - Belém, PA – Brasil

E-mail: leaa1702@gmail.com

Aline Cristine Pereira Tromps

Instituição: Faculdade de Engenharia Química (FEQ), Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01 Guamá 66075-970 - Belém, PA – Brasil

E-mail: alinetromps@gmail.com

Claudia do Socorro Osório dos Anjos

Mestre em Engenharia de Processos

Instituição: Universidade Federal do Pará – UFPA

Endereço: 66075-110, Belém, PA, Brasil

E-mail: claudia.s.anjos@gmail.com

Edilson Marques Magalhães

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia – PRODERNA
Instituição: Universidade Federal do Pará – UFPA
Endereço: 66075-110, Belém, PA, Brasil
E-mail: magalhaes@ufpa.br

José Antônio Da Silva Souza

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia – PRODERNA
Instituição: Universidade Federal do Pará – UFPA
Endereço: 66075-110, Belém, PA, Brasil
E-mail: jass@ufpa.br

Hellen Carvalho Barros

Mestre em Engenharia Química
Instituição: Universidade Federal do Pará – UFPA
Endereço: 66075-110, Belém, PA, Brasil
E-mail: hellencarvalho_22@hotmail.com

RESUMO

Os resíduos gerados pela indústria da construção civil têm promovido mecanismos que reciclam e os transforme em novos produtos. O objetivo foi a produção de argamassa utilizando resíduo de construção civil (RCC) como agregado miúdo e resíduo de serragem de couro bovino da indústria de calçados tipo wet blue para reforço. Caracterizou-se o RCC por análise granulométrica, DRX, FRX e MEV. Utilizou-se uma relação mássica de cimento/agregado de 1:3 e teores de serragem de couro de 1%, 2% e 3%. Os traços foram curados em 7 e 28 dias e submetidos a determinação das propriedades mecânicas. Os resultados de resistência a compressão mostraram que a presença da serragem de couro, reduziu desempenho em ambos os traços dos períodos estudados. Apresentando-se dentro dos limites da Norma de assentamento e revestimento 13281/2001 os traços com 28 dias de cura estiveram na faixa de 4,0 a 8,0 MPa.

Palavras chave: Argamassa, resíduo de construção civil, serragem de couro bovino.

ABSTRACT

The waste generated by the construction industry has promoted mechanisms that recycle and transform them into new products. The objective was production of mortar using civil construction waste (RCC) as a small aggregate and sawdust of bovine leather from the wet blue shoe industry for reinforcement. The RCC was characterized by particle size analysis, XRD, XRF and ESM. A cement/aggregate mass ratio of 1: 3 and leather sawdust contents of 1%, 2% and 3% were used. The traces were cured in 7 and 28 days and submitted to determination of the mechanical properties. The results of resistance to compression showed that the presence of leather sawing reduced the performance in both traces of the studied periods. Within the limits of Laying and Coating Standard 13281/2001 the traces with 28 days of curing are in the range of 4.0 to 8.0 MPa.

Keywords: Mortar, construction waste, bovine leather sawdust.

1 INTRODUÇÃO

O processo de reciclagem de resíduos gerados pelas indústrias para uso como material alternativo não é novidade, e tem sido feito com efetivo sucesso em outros países. A indústria da construção civil é o ramo da atividade tecnológica que pelo grande volume de recursos naturais consumidos, parece ser bastante indicado para absorver estes resíduos sólidos [1].

No processo produtivo do couro para uso em calçados são gerados os materiais não curtidos como aparas não caleadas, aparas caleadas e carnaças; e material curtido que são o farelo ou pó ou serragem de rebaixadeira e aparas /tiras curtidas, além de lodos dos sistemas de tratamento dos efluentes líquidos [2] [3]. A serragem de Couro é o resíduo gerado na máquina de rebaixar, utilizada para uniformizar a espessura do couro. Este resíduo ocupa muito espaço devido seu peso específico baixo. Essa serragem apresenta cerca de 40% de umidade na condição "*in natura*" [2]. Sendo produzida a razão de 100 kg de serragem para cada tonelada de couro beneficiado, podendo variar conforme o processo industrial [4].

As argamassas são formadas pela composição de agregados, aglomerantes, água e eventualmente aditivos. No estado fresco, assume-se que estas composições são suspensões concentradas de partículas sólidas (agregados) imersas em um líquido viscoso (pasta ou matriz). O cimento é o principal aglomerante presente nas misturas, sendo este composto por clínquer e ainda pela adição como fíler, calcário, cinza volante ou escória de alto forno dependendo do tipo comercial do cimento. Os agregados utilizados em argamassas são os agregados miúdos [5] [6].

A pesquisa visa produção de argamassa de cimento utilizando resíduo de construção civil (RCC) como agregado miúdo e resíduo de couro bovino da indústria de calçados em forma de serragem objetivando reforço.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Para a preparação dos corpos de prova (argamassa) utilizou-se o cimento Portland composto por escória (CP II – E 32) obtido em lojas do comércio local, Resíduo da Construção Civil (RCC) proveniente de reformas de prédios do Campus profissional da UFPA e a serragem de couro coletada em indústria do setor calçadista, localizada no município de Castanhal no estado do Pará.

2.2 MÉTODOS

O agregado foi submetido aos processos de separação, britagem e cominuição visando sua adequação à norma NBR 7211/2005. Posteriormente realizaram-se as análises de caracterização. Para a análise granulométrica pesou-se 500g de material em balança semi-analítica BEL MARK S3102, em

seguida a massa foi transferida para um jogo de peneiras, submetidas a vibração por 10 minutos prosseguindo-se às pesagens do material acumulado. Segundo a norma NBR 7217/1987 os agregados miúdos devem apresentar granulometria inferior a 4,8 mm. A análise por DRX foi conduzida em Difrátômetro de Raios X, modelo X'Pert Pro MPD (PW 3040/60) PANalytical. A determinação da composição química do material foi feita em espectrômetro WDS sequencial PANalytical, modelo *AxiosMinerals*.

Para a serragem de couro “*in natura*”, o material foi seco em estufa Mediatec, modelo MD 1.3, à temperatura de 105°C por 24 horas para o cálculo da umidade. A determinação de massa específica efetuou-se pelo método de Web e Orr (1997) [7]. As medidas de densidade aparente das amostras de couro foram obtidas através da técnica da picnometria.

2.3 ARGAMASSA

2.3.1 Elaboração de traços

Neste trabalho foram elaborados quatro traços, variando-se o teor de serragem de couro em cada um. Os traços seguiram a relação de cimento/RCC de 1:3. Adicionou-se porcentagens de 1%, 2% e 3% de resíduo de couro em relação a massa de cimento. A relação utilizada de água/cimento de referência foi de 0,8, no traço 1, enquanto nos demais traços a relação variou com a adição do resíduo do couro.

Os traços elaborados seguiram a proporção de dosagem de materiais de acordo com a Tabela 1.

Os corpos de prova foram moldados em formas cilíndricas com 50 mm de diâmetro e 10 mm de altura de acordo com a norma NBR 7215/2005. Após a moldagem os corpos de prova foram estocados em recipientes fechados por um período de 28 dias.

Tabela 1 – Composição dos traços de argamassa

Traço	Cimento (g)	RCC (g)	Água(g)	Resíduo couro(g)	a/c	rc/c
1	100	300	80	-	0,8	0%
2	100	300	85	1	0,85	1%
3	100	300	91,66	2	0,92	2%
4	100	300	98,33	3	0,98	3%

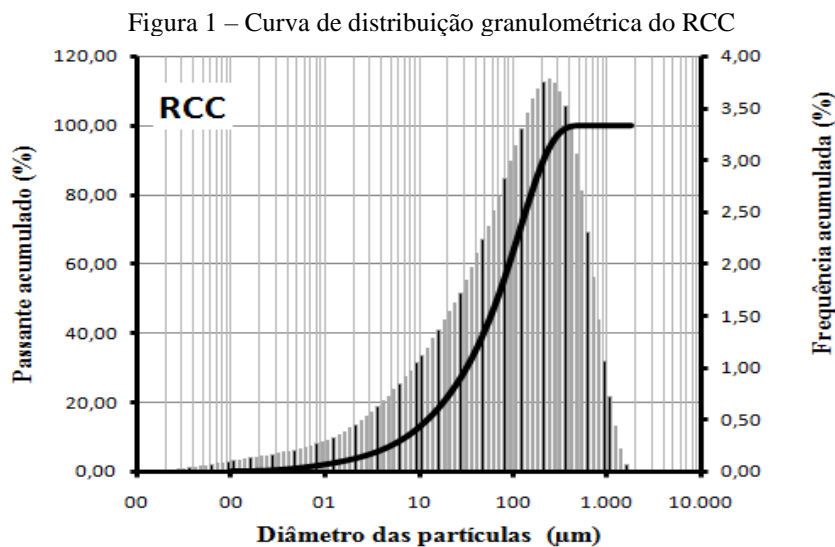
As caracterizações microestruturais dos corpos de prova foram realizadas através da técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV) utilizando o modelo HITACHI, TM 3000, Brasil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

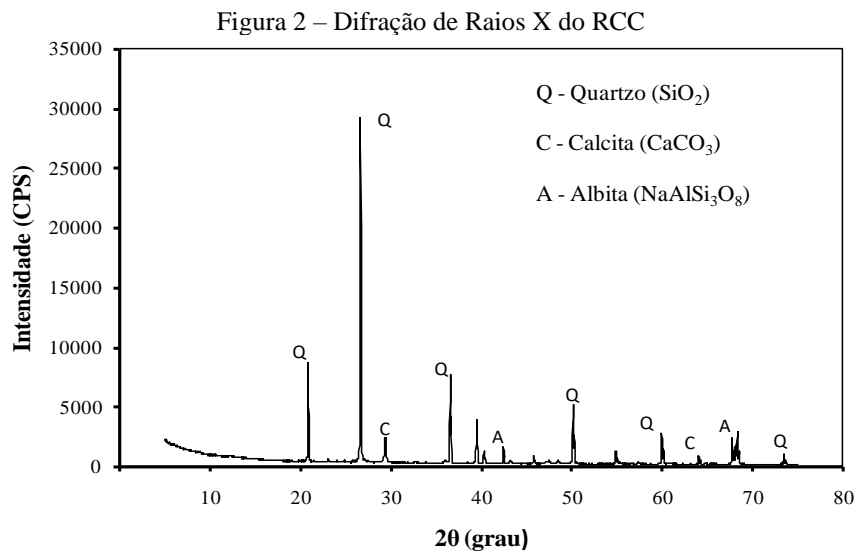
3.1.1 Análise granulométrica

Pode ser observado na Figura 1 os resultados obtidos na análise granulométrica do RCC. Verifica-se que esses valores se encontram na faixa 75,65 μ m o que permite classificar como um tipo de padrão de areia fina de acordo com a norma ABNT – NBR 6502, esta granulometria fina irá influenciar no aumento de resistência pelo melhor empacotamento das partículas através do fator H₂O/aglomerante.



3.1.2 Difração de Raios X

A composição mineralógica do RCC estudado por Difractometria de Raios X apresentada na Figura 2, mostrou as fases cristalinas presentes com predominância do Quartzo (SiO_2), apresentando um pico mais ascendente em relação aos picos de Calcita (CaCO_3) e Albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), presentes nas amostras. Este resultado apresentado está de acordo com os resultados da análise de FRX.



3.1.3 Fluorescência de Raios X

Notou-se que nos resultados de FRX apresentados na Tabela 2, o RCC é composto em sua maioria por óxidos de Silício (SiO₂) em concentrações de aproximadamente 77,08%, demonstrando ser coerente devido o resíduo beneficiado ser oriundo de rebocos e concretos. A presença de CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, TiO e K₂O em baixas concentrações provavelmente se deve a outras fontes ou do próprio cimento que foi utilizado na antiga obra, haja vista que a argila também é utilizada em sua fabricação.

Tabela 2 – Fluorescência de Raios X

Composto	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	TiO	K ₂ O	PF
Concentração m/m (%)	2,46	9,21	1,18	77,08	0,96	0,49	0,12	7,53

3.1.4 Características físicas da serragem de couro

É possível notar na Tabela 3 que a serragem apresenta umidade consideravelmente alta que pode ser devido ao seu processamento de curtimento, porém valores encontrados por Yuan (2009) [8] foram maior e sem torno de 44,5%.

Tabela 3 – Propriedades Físicas da serragem de couro

Propriedades	Valores
Umidade (%)	22,92
Massa específica (g/cm ³)	0,039

3.1.5 Ensaio de resistência à compressão

A Figura 3 apresenta os resultados dos ensaios de resistência realizados nos tempos de 7 e 28 dias. Verifica-se que ocorre aumento da resistência à compressão em função do tempo em todos os traços. A presença da serragem de couro promoveu uma pequena redução nas resistências em ambos os períodos analisados, comparados com o traço 1 de referência, evidenciando este perfil de redução no tempo de 28 dias. Observa-se que a argamassa com 3% de serragem apresentou-se de forma similar a argamassa com 2%, apresentando uma pequena redução da resistência quando comparada aos demais traços.

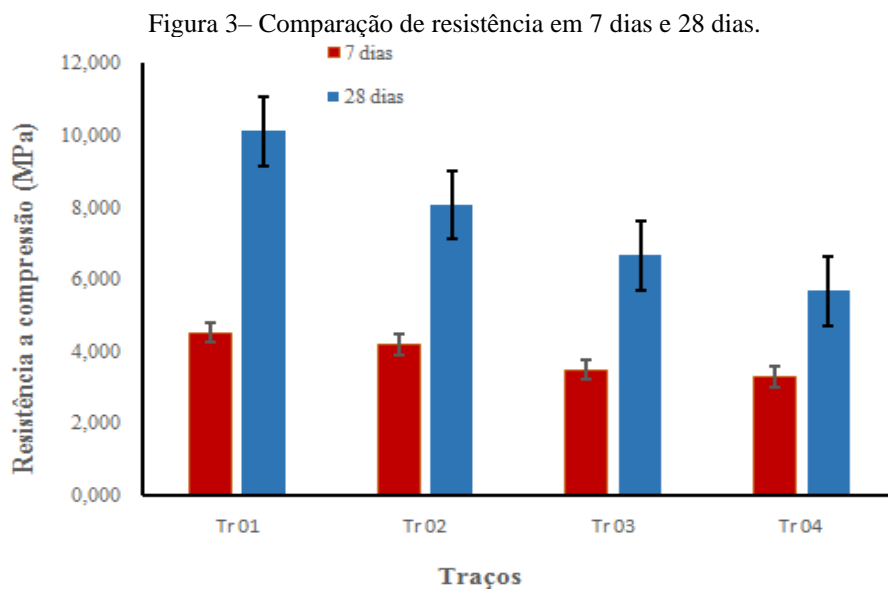
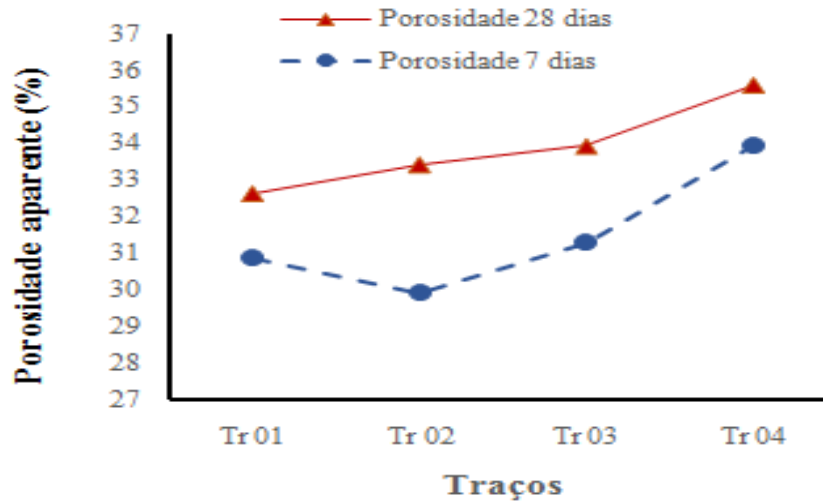


Figura 4 que o aumento da adição do resíduo de couro implicou no aumento da porosidade, comprovado pela diminuição de resistência nos traços analisados, observou-se que aos 28 dias houve um aumento pouco significativo em sua porosidade em relação aos traços verificado aos 7 dias, além de aumento relativamente pequenos em relação ao traço 1 de referência em ambos os períodos. Estudos de literatura afirmam que as fibras do couro interferem no empacotamento das partículas na moldagem e nas reações de hidratação do cimento durante a cura, aumentando, portanto, a porosidade [8].

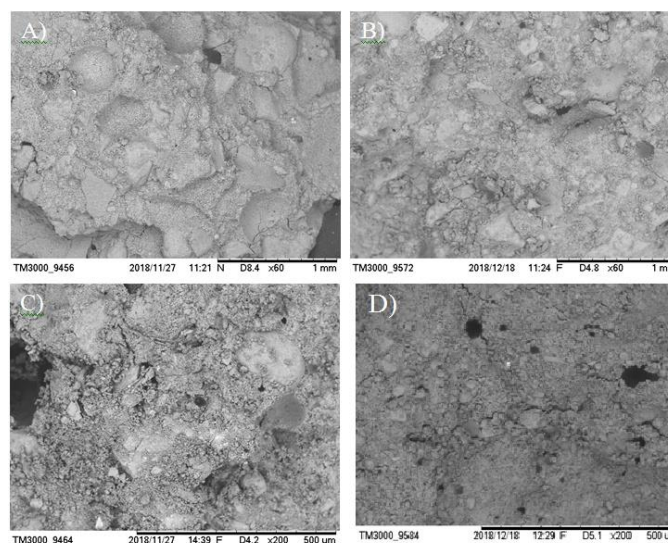
Figura 4 – Gráficos comparativos das propriedades físicas em períodos de 7 e 28 dias: a) índice de vazio, b) Massa específica e c) Absorção.



3.1.6 Morfologia das argamassas

A partir das imagens obtidas pelo MEV, Figura 5, verificou-se que as principais alterações das estruturas nos períodos estudados, comparando o traço 1 de referência e o traço 4 de maior teor de serragem de couro, foi possível verificar maiores quantidades de poros na argamassa com o resíduo em ambos os tempos relativo na idade de 28 dias. As Figuras 5b) e 5d) retratam essa característica. Os poros presentes na estrutura estão no interior e alguns na superfície. Foi possível observar ao final de 28 dias, traços com resíduo, a presença de uma estrutura não encontrada no traço de referência presentes principalmente próximos a poros e fissuras. A Figura 5a) e 5c) presume-se tratar-se do resíduo, embora a microanálise não tenha identificado nenhum elemento diferente do traço de referência.

Figura 5 – Morfologia dos traços 1 e 4 em 7 dias e 28 dias: a) traço 1, 7dias; b) traço 1, 28 dias; c) traço 4, 7dias; d) traço 4, 28 dias.



4 CONCLUSÕES

A avaliação das resistências à compressão demonstrou que a adição da serragem de couro promoveu a diminuição da resistência do material, como foi observado nas análises de porosidade e microscopia. É importante destacar que teores de 2% e 3% as resistências mantiveram-se muito próxima, com variação de aproximadamente 1Mpa aos 28 dias. Todos os traços analisados aumentaram sua resistência com o tempo de cura. As argamassas elaboradas com o resíduo de couro apresentaram-se dentro dos limites da Norma 13281/2001 para resistência a compressão aos 28 dias na faixa de 4,0 MPaa 8,0MPa.

No entanto é necessária a realização de estudos mais detalhados a respeito da influência da serragem no processo de cura da argamassa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de processos (PPGEP) a Faculdade de Engenharia Química, a Faculdade de Engenharia Civil e o instituto de Geociências da UFPA pelo apoio nas análises.

REFERÊNCIAS

____ ABNT, “NBR 7215: *“Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão”*”, Rio de Janeiro, 2005.

____ ABNT, NBR 7217. *“Determinação de composição granulométrica dos agregados”*, Rio de Janeiro/RJ. 1987.

____ ABNT, NBR 6502: *“Rochas e solos”*, Rio de Janeiro, 1995

____ ABNT, “NBR 13281: *“Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos”*”, Rio de Janeiro, 2005.

[1] M. A.Coimbra; Libardi, W.;M. R. Morelli.**Utilização de rejeitos de pilha zincocarvão em argamassas e concretos de cimento Portland**. Revista Cerâmica. Vol. 50. n.316. p. 300-307. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ce/v50n316/a0450316.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2008.

[2] E. S. Fujikawa, **Incorporação de resíduo “serragem cromada” em materiais de construção civil**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Bauru(SP), 2002.

[3] A. L. R.S. Tachard. **Avaliação da Resistência de Argamassas de Cimento Portland Contendo Serragem de Couro Tratada em Meio Ácido**. Dissertação (Mestrado).Universidade de São Carlos, São Carlos (SP), 2006.

[4] J. G. M Peres. **Viabilidade de Utilização da Serragem de Couro para Fins de Obtenção de um Material Alternativo de Construção**. Dissertação (Mestrado)–Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

[5] W. Moura, W.; J. Gonçalves; M. Leite. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos contendo escória de cobre como agregado miúdo**. R. Esc. Minas, Ouro Preto, 62(2): 221-225, abr. jun. 2009.

[6]A. Mattana; E. Pereira;M, Costa. **Influência dos constituintes do revestimento de argamassa do revestimento de argamassa sobre suas propriedades**. Publ. UEPG *Ci. Exatas Terra, Ci. Agr.Eng.*, Ponta Grossa, 19 (1): 33-44, jan/jun. 2013.

[7] P. A.Webb, C. Orr. **Analytical Methods in Fine Particle Technology**, Micromeritics Instrument Corporation: USA, 1997.

[8] YUAN, ShihYung. **Estudo da influência da adição de serragem de couro tratada quimicamente nas características de argamassas de cimento portland**. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Carlos, São Carlos (SP), 2009.