

Utilização de resíduos da indústria do curtume na confecção de peças de concreto

Use of industrial waste in the manufacture of concrete parts

Evaldo Cavalcante Cordeiro

Barbosa

evaldoccbarbosa@hotmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Andrea Sartori Jabur

jabur@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Rodolfo Krul Tessari

rtessari@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Juliana Guerra Sgorlon

julianasgorlon@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

RESUMO

Tendo em vista a importância do couro no mercado nacional, a agressividade dos resíduos gerados na indústria curtumeira, e com o intuito de buscar uma alternativa ambientalmente adequada para a inertização dos resíduos gerados, o presente trabalho teve como objetivo o estudo do reaproveitamento de resíduos da indústria curtumeira, mais especificamente raspas de couro curtidas ao cromo, provenientes da etapa de rebaixamento do couro, na confecção de concretos para a construção civil. A caracterização do resíduo foi feita por meio de análises físico-químicas e microestruturais. Foram confeccionados corpos de prova com 2,5% de resíduo em substituição ao agregado e os mesmos foram submetidos a estudos de absorção de água e análises de resistência a compressão após 28 dias de cura. Os resultados obtidos demonstraram que o resíduo possui boa capacidade de aplicabilidade na confecção de corpos de concreto, uma vez que a resistência a compressão foi bem maior nos corpos com a adição do resíduo. Desse modo a aplicação do resíduo na construção civil representa um meio eficiente para o aprisionamento dos metais presentes nas raspas do couro, em especial o cromo (Cr) que apresentou concentrações de aproximadamente 25,6 vezes acima do permitido pela legislação no lixiviado do resíduo.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos. Curtume. Cromo. Construção civil.

ABSTRACT

Considering the importance of leather in the national market, the aggressiveness of the waste generated in the tanning industry, and with the aim of finding an environmentally adequate alternative for the inactiveness of the generated waste, the present work had the objective of studying the reuse of waste from the leather tanning industry, more specifically chrome-tanned leather shavings, from the lowering stage of leather, in the manufacture of concrete for civil construction. The characterization of the residue was done through physical-chemical and microstructural analyzes. Test specimens were prepared with 2.5% of residue in replacement of the aggregate and were submitted to water absorption studies and compressive strength analyzes after 28 days of cure. The results showed that the residue has good applicability in the preparation of concrete bodies, since the compressive strength was much higher in the bodies with the addition of the residue. Thus, the application of the waste in the civil construction represents an efficient means for the imprisonment of the metals present in the leather shavings, especially the chromium (Cr) that presented concentrations of approximately 25,6 times that allowed by the legislation in the waste leachate.

KEYWORDS: Waste. Tannery. Chrome. Construction industry.

Recebido: 30 ago 2018.

Aprovado: 04 out 2018.

Direito autorial:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, um dos maiores desafios com que se defronta a sociedade moderna é o equacionamento da geração excessiva e da disposição final ambientalmente segura dos resíduos sólidos. A preocupação mundial em relação aos resíduos sólidos tem aumentado ante o crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e da falta de áreas de disposição final (JACOBI, 2011).

Diante disso, algumas indústrias que já são por natureza consideradas críticas acirram os problemas ambientais, desafiando empresas inseridas neste setor a reverem seus processos e adotarem políticas eficazes, capazes de minimizar os impactos negativos produzidos por sua atividade. O curtume se enquadra em uma destas atividades de alto impacto ambiental por descarregar uma considerável quantidade de efluentes com características poluentes, gerando grande quantidade de resíduos sólidos e efluentes líquidos e gasosos. Além disso, utiliza quantidade demasiada de água, energia e produtos químicos (SANTOS et al, 2015).

Assim sendo, tendo em vista a agressividade dos resíduos gerados na indústria curtumeira e com o intuito de buscar uma alternativa ambientalmente adequada para a sua inertização, o presente trabalho teve como objetivo o estudo do reaproveitamento de resíduos provenientes da indústria do couro, na confecção de concretos para a construção civil, com base na técnica de estabilização/solidificação em matrizes de cimento. O resíduo em análise, serragem cromada, vulgarmente denominado pó de rebaixadeira, é proveniente de uma das etapas de tratamento do couro denominada rebaixamento.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente estudo pode ser dividida em 3 etapas: coleta do resíduo na indústria curtumeira, caracterização física, química e microestrutural dos resíduos e fabricação dos corpos de prova e determinação de suas características físicas e mecânicas.

Após a coleta e caracterização do resíduo, foram confeccionados corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 10 cm e altura de 20 cm de concreto, com 2,5% de resíduo em substituição ao agregado graúdo. Em termos percentuais (m/m), o resíduo constituiu 2,5% do traço e foi utilizado na substituição de 0,1 kg de brita 1 em comparação com um traço referência. Os corpos foram construídos conforme a ABNT NBR 5738 (2015). Após a confecção os corpos foram deixados em hidratação por 7 dias conforme a ABNT NBR 6118 (2004) e posteriormente 28 dias em processo de cura. Ensaios de absorção de água e resistência a compressão foram realizados nos corpos de prova para verificar o comportamento do resíduo na matriz de cimento. As metodologias utilizadas na caracterização do resíduo e dos corpos de prova confeccionados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Metodologias utilizadas no presente trabalho

Contaminante	Parâmetro	Metodologia
Caracterização do resíduo	pH	ABNT NBR 10005 (2004)
	Lixiviação e solubilização	ABNT NBR 10004 (2004)
	Umidade, matéria orgânica, cinzas e carbono	KIEHL (1985)
	Microscopia eletrônica de varredura	Philips FEI Quanta 200

Contaminante	Parâmetro	Metodologia
Caracterização dos corpos de prova	Absorção de água	ABNT NBR 9781 (2013)
	Resistência a compressão	ABNT NBR 5739 (2018)

Fonte: Autoria própria (2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISE DE pH

Tabela 2- Valores de pH encontrados

Resíduo	pH	pH _{Médio}
Curtume	4,49	4,285
	4,28	

Fonte: Autoria própria (2018).

Sgorlon (2014) afirma que “o conhecimento dos valores de pH dos resíduos é necessário, pois, o pH influencia diretamente na lixiviação e solubilização de compostos contaminantes presentes nos mesmos”. Pereira (2006) afirma que “o curtimento é efetuado no banho de píquel, com pH da pele e do banho variando de 2,5 a 3,0. Posteriormente, o pH é gradualmente elevado até cerca de 3,8-4,0 para fixação do curtente”. Assim sendo, o pH encontrado no presente estudo constitui um valor condizente tendo em vista o tipo de curtimento utilizado.

3.2 LIXIVIAÇÃO

Tabela 3 - Concentração de contaminantes presentes no extrato lixiviado

Contaminante	Limite NBR 10004/2004 (mg.L ⁻¹)	Resíduo (mg.L ⁻¹)
Pb	1,0	0,24
Cr	5,0	127,88

Fonte: Autoria própria (2018).

A lixiviação é uma operação utilizada para a extração de substâncias presentes em componentes sólidos por meio da sua dissolução em um solvente. A ABNT NBR 10004 (2004) utiliza-se dessas operações como um meio para a classificação da periculosidade de resíduos sólidos (SGORLON, 2014). A partir da Tabela 3 constata-se que a concentração de Cr no resíduo está 25,6 vezes acima do valor limite estabelecido pela norma, que é de 5,0 mg.L⁻¹ e desse modo o resíduo do processo de rebaixa do couro pode ser classificado como Classe I – Perigoso.

3.3 SOLIBILIZAÇÃO

Tabela 4 - Concentração de contaminantes presentes no extrato solubilizado

Metal*	Limite NBR 10004/2004 (mg.L ⁻¹)	Resíduo (mg.L ⁻¹)	Metal*	Limite NBR 10004/2004 (mg.L ⁻¹)	Resíduo (mg.L ⁻¹)
Cd	0,005	0,02	Fe	0,3	3,31
Pb	0,01	0,38	Mn	0,1	0,14
Cr	0,05	309,43	Na	200	2597,14

Fonte: Autoria própria (2018). * Contaminante

Na Tabela 3 é possível observar que todos os contaminantes encontrados apresentaram concentrações superiores ao limite estabelecido pela norma. Entretanto, o cromo (Cr) e o sódio (Na) apresentaram, respectivamente, concentração de mais de 6000 (seis mil) vezes e 13 (treze) vezes acima do valor

estabelecido pela norma. A presença em excesso do Na é devido uma das etapas do tratamento do couro em que são utilizados sais de sódio para evitar o apodrecimento precoce do couro e a presença do cromo é justificada pelo tipo de curtimento utilizado.

3.4 UMIDADE, MATÉRIA ORGÂNICA, CINZAS E CARBONO

Tabela 5 - Umidade, matéria orgânica, cinzas e carbono orgânico

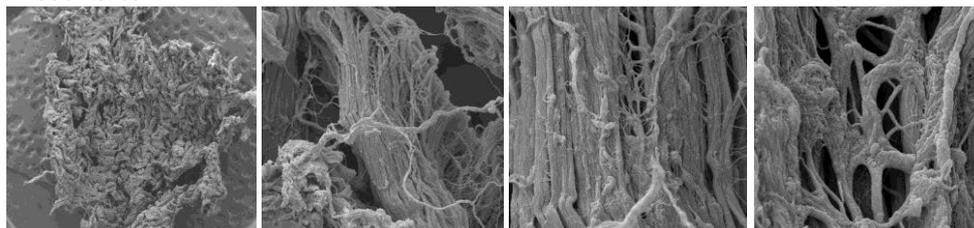
Umidade (%)	Matéria orgânica (%)	Resíduo mineral (%)	Carbono orgânico (%)
26,46	88,42	11,57	49,12

Fonte: Autoria própria (2018).

Soares (2013) afirma que “a concentração da matéria orgânica incorporada ao concreto pode influenciar na hidratação do cimento” que segundo Tafarel et al. (2016) “acarreta em maior consumo de água, facilitando a entrada de agentes agressivos, além de comprometer a resistência mecânica do concreto”.

3.5 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Figura 1 - Microscopia eletrônica de varredura do resíduo do curtume: (a) ampliação de 50 vezes, (b) ampliação de 800 vezes, (c) ampliação de 3000 vezes e (d) ampliação de 12000 vezes



Fonte: Autoria própria (2018).

A partir da microscopia eletrônica de varredura é possível observar o aspecto das estruturas fibrosas que compõem a serragem cromada, bem como, os espaços vazios em sua estrutura. No estudo realizado por Ribeiro, Yuan e Morelli (2011), intitulado efeito da adição de serragem de couro tratado quimicamente nas propriedades do cimento Portland, também foi observado a mesma estrutura resultante que a do presente estudo.

3.6 ABSORÇÃO DE ÁGUA

Tabela 6 – Porcentagem de água absorvida

Amostra	m ₁ (g)	m ₂ (g)	W (%)
Referência	297,40	329,00	10,67
Curtume	345,56	403,00	16,62

Fonte: Autoria própria (2018).

A absorção de água é uma característica de grande importância na avaliação da qualidade dos blocos intertravados de concreto (SGORLON, 2014).

A absorção de água por imersão está relacionada com a medição do volume de poros do concreto, e não à facilidade com que o fluido penetra no mesmo. A absorção de água está intimamente ligada aos vazios (poros) existentes na matriz de cimento. Quanto maior a porosidade das peças, maior sua absorção de água (FIORITI, 2007).

3.7 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

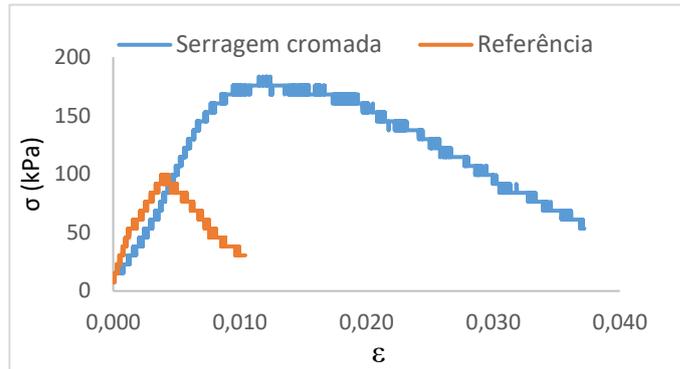
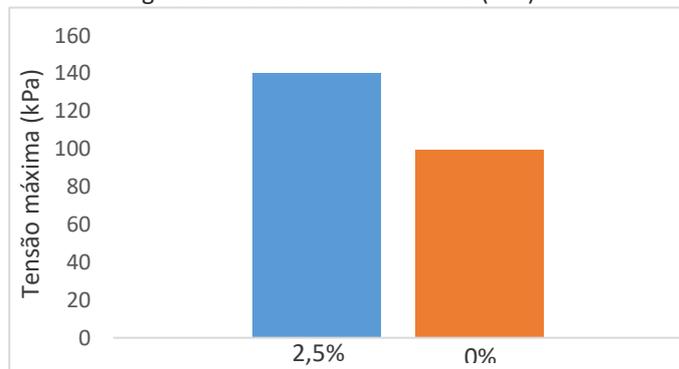


Figura 2 - Diagrama de tensão vs deformação
Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 2 é possível observar que a falha do concreto com serragem cromada incorporada ao traço deixa de ser brusca ou frágil e passa a ser gradual, para níveis muito maiores de deformação, fato que evidencia um ganho de resistência em relação à dosagem de referência em virtude do comportamento dos fios de couro na matriz do concreto. Os fios garantiram maior resistência ao material ao impedir o deslocamento relativo dos agregados, uma vez que o afastamento das partículas "ativa" o comportamento resistente do tecido, que passa a exibir tensões internas de tração.

Figura 3 - Tensão média máxima (kPa)



Fonte: Autoria própria (2018).

A Figura 3 apresenta o valor máximo médio encontrado para a tensão (compressão) suportada pelos corpos-de-prova referência e para os corpos com 2,5% de serragem cromada, sendo que para a estrutura com serragem cromada o valor máximo médio de tensão é de 140,06 kPa enquanto para o corpo referência é de 99,31 kPa. Duran e Fracaro (2011) afirmam que “fatores como, relação água/cimento, idade, forma e graduação dos agregados, tipo de cimento, dimensão dos corpos e as condições de cura podem afetar a resistência mecânica do concreto.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluímos com a realização do presente estudo que a aplicação do resíduo na construção de blocos de concreto representa um meio eficiente para o aprisionamento dos metais presentes nas raspas do couro, em especial o cromo



(Cr) que apresentou concentrações de aproximadamente 25,6 vezes acima do permitido pela legislação no lixiviado do resíduo.

5 REFERÊNCIAS

JACOBI, P. R., BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos avançados 25 (71), 2011.

SANTOS, G. S., PAETZOLD, L. J., SEHNEM, S., DIAS, TAISA. Análise do nível de sustentabilidade de um curtume a partir do estudo do sistema de gestão ambiental (SGA). Revista eletrônica, pp 216-339, 2015.

PACHECO, J.W.F. Curtumes. São Paulo: CETESB. 2005. Série P + L.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.005: Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.006: Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

KIEHL, E. J. Fertilizantes Orgânicos. São Paulo: Editora Agronômica – CERES, 1985

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5738. Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9781. Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

SGORLON, J. G. Utilização de Resíduos da Indústria Galvanotécnica no Desenvolvimento e Fabricação de Blocos de concreto Para Pavimentação Intertravada. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014. 184 p

PEREIRA, S.V. Obtenção de cromato de sódio a partir das cinzas de incineração de resíduos de couro do setor calçadista visando à produção de sulfato básico de cromo. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FIORITI, C. F. Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo. Tese – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

DURAN, A. P., FRACARO, D. Verificação das propriedades básicas do concreto industrializado fornecido em embalagem de 30kg. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, Curso Superior de Tecnologia em Concreto do Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACOC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.