UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORIUNDOS DA INDÚSTRIA CALÇADISTA DE FRANCA/SP NA CONFECÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO[1]

SILVA, F. A., Universidade de São Paulo, e-mail: fabiana.andresa@usp.br; BALDAN, V. J. S., Universidade de São Paulo, e-mail: victor.baldan@usp.br; MURARI, A. R., Universidade de São Paulo, e-mail: alexandre.murari@usp.br; PABLOS, J. M., Universidade de São Paulo, e-mail: pablos@sc.usp.br; SICHIERI, E. P., Universidade de São Paulo, e-mail: sichieri@sc.usp.br

ABSTRACT

The leather tanning and shoe manufacturing industries generate a large volume of solid waste with different characteristics, due to the presence of various materials in the tanning process. In this way, these wastes must be managed properly to avoid environmental pollution as well as damage to human health. The maximum use of this process is necessary before the waste is discarded, for example by recycling such waste. Therefore, this research aims to develop sealing blocks from the incorporation of the footwear industries of the city of Franca / SP and verify their application in civil construction. For this, the residue was duly ground and classified according to the Brazilian standardization. Subsequently, it was possible by pressing to make a sealing block from the incorporation of the leather residue into the starch binder. The results obtained through the mechanical properties tests showed that these blocks can be used by the civil construction industry as a sealing element. Therefore, it is expected that this research contributes to the minimization of the final destination of waste from the leather-footwear industry.

***Keywords**: waste, leather-footwear industry, recycling, sealing block, civil construction.*

1 INTRODUÇÃO

Na última década, um dos setores que apresentou grande crescimento no Brasil foi o da indústria coureiro-calçadista. Consequentemente, essa crescente produção gera números alarmantes de resíduos oriundos desse processo de produção. De acordo com Silva (2006, p.2), o cuidado com o meio ambiente faz-se especialmente necessário a este segmento com grande potencial poluidor e ainda carente de tecnologia para o tratamento de alguns de seus resíduos.

Por outro lado, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, institui aos geradores de resíduos sólidos a necessidade de esgotamento de todas as possibilidades de aproveitamento do resíduo antes de seu descarte final, priorizando a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos. Esgotadas todas as possibilidades de aproveitamento do resíduo, o rejeito deve ter uma disposição ambientalmente adequada (LEI 12.305/10).

Assim, é estabelecido como atitude fundamentalmente responsável, por parte do ser humano, a necessidade de reciclar os resíduos por ele gerados,

[1] SILVA, F. A.; BALDAN, V. J. S.; MURARI, A. R.; PABLOC, J. M.; SICHIERI, E. P. Utilização de resíduos oriundos da indústria calçadista de Franca/SP na confecção de blocos de vedação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ENTAC, 2018.

a fim de recuperar matéria e energia, diminuindo a utilização de recursos naturais, causando menor degradação ao meio ambiente e melhorando, de modo geral, as condições da vida em comunidade e promovendo a sustentabilidade ambiental.

Tendo em vista a necessidade de reaproveitar o resíduo da indústria coureiro-calçadista e que o setor da construção civil demanda novos materiais, este trabalho teve como objetivo analisar um bloco de vedação que foi desenvolvido a partir da utilização do resíduo oriundo das indústrias calçadistas da cidade de Franca/SP e verificar sua aplicação no setor da construção civil.

2 RESÍDUOS ORIUNDOS DA INDÚSTRIA CALÇADISTA

O Brasil, expoente produtor de couros, com um dos maiores rebanhos bovinos do mundo, conta com uma produção de cerca de 42 milhões de peles de couros bovinos por ano, sendo que o mercado interno absorve cerca de 20% dessa produção. No setor calçadista, existem 7,9 mil indústrias que produziram 877 milhões de pares de calçados no ano de 2015 (CICB, 2015).

Por sua vez, a cidade de Franca, localizada no interior paulista, contribui com a expansão do setor no Brasil. De acordo com dados do Sindicato da Indústria de Calçados de Franca (SINDIFRANCA, 2016), conhecido como SindiFranca, o pólo de Franca possui 467 fábricas de calçados, de acordo com o levantamento mais recente, de 2015. No ano de 2015, as indústrias calçadistas de Franca produziram 33 milhões de pares de calçado, sendo que 90,32 % dessa produção foi vendida para o mercado interno e o restante para o mercado externo (SINDIFRANCA, 2016).

Com elevada produção calçadista, a geração de resíduos de couro, em Franca, é proveniente tanto das indústrias de calçado quanto dos curtumes.

A cidade de Franca gerou, no ano de 2014, 26.668,06 toneladas de resíduos industriais, sendo de 9.987,61 toneladas de resíduos provenientes das indústrias calçadistas e 16.680,45 toneladas de resíduos de curtumes, que vão para o aterro sanitário da cidade. De acordo com a Tabela 1, observa-se que os resíduo industriais são responsáveis por cerca de 20% do total de resíduos destinados ao aterro (BREDA, 2016).

Tabela 1 – Total de resíduos, em toneladas, por tipo destinados ao aterro no ano de 2014

Mês / Tp Res	Res. Sól. Urb.	Res. Sól. Limp. Urb.	Res. Sól. Z. Rural	Res. Cemit.	Res. Sól. Com.	Res. Serv. San.	Res. Curtumes	Res. Ind. Cal.	Total
Jan	7.047,83	48,75	202,51	31,00	579,63	2.380,34	820,07	639,11	11.749,24
Fev	5.990,78	75,65	151,96	33,60	403,62	2.153,42	1.405,42	1.024,56	11.239,01
Mar	6.302,46	62,14	166,30	32,68	306,86	2.436,17	1.283,28	837,82	11.427,71
Abr	6.315,31	53,43	161,77	33,10	368,65	113,11	1.447,90	968,68	9.461,95
Mai	6.256,29	45,47	146,74	28,19	460,16	89,21	1.317,11	940,39	9.283,56
Jun	5.899,44	72,72	144,55	20,30	299,93	135,05	1.115,93	780,53	8.468,45
Jul	6.304,01	95,59	142,79	23,99	426,49	186,60	1.378,58	781,69	9.339,74
Ago	6.155,49	95,21	142,49	33,13	472,97	3.490,14	2.095,66	694,31	13.179,40
Set	6.566,55	110,31	131,55	37,67	557,32	2.924,66	1.643,19	995,15	12.966,40
Out	6.515,43	129,21	126,37	35,56	547,15	2.747,87	1.498,59	914,63	12.514,81
Nov	6.316,49	37,11	144,20	32,76	456,89	1.873,79	1.295,74	692,53	10.849,51
Dez	7.654,14	40,83	181,91	55,19	447,64	2.753,36	1.378,98	718,21	13.230,26
TOTAL	77.324,22	866,42	1.843,14	397,17	5.327,31	21.283,72	16.680,45	9.987,61	133.710,04
%	57,83%	0,65%	1,38%	0,30%	3,98%	15,92%	12,48%	7,47%	100,00%

Fonte: BREDA, 2016, p.113

Os principais resíduos gerados pelas indústrias de calçados se dão pelo corte (manual, por balancim ou por máquinas de corte a laser) das peças do calçado na pele de couro acabado, uma vez que são geradas sobras provenientes dos encaixes entre as peças. Na indústria calçadista também é gerado outros resíduos como o pó de lixadeira e tecidos de forro.

Por outro lado, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, institui aos geradores de resíduos sólidos a necessidade de esgotamento de todas as possibilidades de aproveitamento do resíduo antes de seu descarte final, priorizando a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos. Esgotadas todas as possibilidades de aproveitamento do resíduo, o rejeito deve ter uma disposição ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

3.1 Transformação do resíduo industrial em agregado reciclado e sua classificação

O resíduo utilizado para a confecção dos blocos é oriundo de aparas de couro acabado, gerado pelo corte das peças de calçado em peles de couro acabado, e cedido na forma de retalhos, por uma banca de corte em balancim que fornece serviços terceirizados para as indústrias calçadistas de Franca/SP, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Resíduo oriundo de aparas de couro



Fonte: Autores, 2017

Primeiramente foi realizado a moagem do resíduo industrial de aparas de couro acabado, transformando-o em agregado. O material foi moído (Figura 2) no laboratório de polímeros do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos (DEMa/UFSCar). A peneira granulométrica utilizada na moagem foi com abertura de malha de 10 mm.

Figura 2 – Moinho utilizado para moagem das aparas de couro acabado



Fonte: Autores, 2017

3.2 Processo de confecção dos blocos

Para a confecção de cada bloco, foram utilizados três quilos de agregado reciclado (aparas de couro acabado moída), aglutinante (40% de amido em relação ao peso do resíduo), água a 30°C (100% de água em relação ao peso do resíduo) e fungicida Busan 30 da marca BUCKMAN (1% de fungicida em relação ao peso do resíduo).

Utilizou-se, para produção dos blocos, uma massa patenteada pelo arquiteto Emar Garcia, "técnicas de reciclagem de resíduos sólidos", patente número PI0403694-8 (PATENTES ONLINE, 2008). Sendo que as etapas de manufatura dos mesmos são: a) Pesagem dos materiais; b) Mistura do agregado (aparas de couro acabado moída) com o aglutinante (amido); c) acréscimo de água à 30°C na quantidade de 100%, com bactericida a 1%; d) tempo de mistura (no misturador) por um período de 5 minutos; e) prensagem na máquina para confecção de bloco; f) desforma e cura (Figura 3).

Figura 3 – Desforma e cura dos blocos



Fonte: Autores, 2017

3.3 Ensaios realizados para a caracterização dos blocos confeccionados

Para classificar os blocos confeccionados, foram realizados os ensaios quanto ao seu potencial de contaminação (lixiviação e solubilização) de acordo com as normas NBR 10.004 (ABNT, 2004), 10.005 (ABNT, 2004), 10.006 (ABNT, 2004) e 10.007 (ABNT, 2004) e de propriedades mecânicas (resistência à compressão simples).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Resultados dos ensaios de lixiviação e solubilização

No teste de massa bruta todos os valores dos parâmetros analisados então abaixo dos valores exigidos (Tabela 2). Por isso o resíduo foi classificado como não perigoso, não-inerte Classe II A.

Tabela 2 – Resultado parâmetros da massa bruta

Parâmetros Físicos-químicos Método	**Data Análises**	**Unidade**	**NBR 10004 – Classificação de resíduo**	**LQ**	**Resultado**
Cianeto total (ME 06, revisão 14)	06/02/2018	mg/kg	250	1,0	< 1,0
Cromo Hexavalente (ME 82, revisão 05)	19/02/2018	mg/kg	1	0,01	0,9212
Líquidos Livres (ABNT NBR 12968:1993)	19/02/2018	---	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas	19/02/2018	mg/kg	---	10,0	31,25

(solos e resíduos) (SMWW 22ª Edição, 2012, Método 5520D e E)					
Sulfeto (ME 60, revisão 05)	02/02/2018	mg/kg	500	10,0	< 10,0
Teor de umidade (---)	19/02/2018	%	---	1,0	11,64

Fonte: Autores, 2017

Ao analisar o resultado do ensaio de lixiviação do agregado reciclado de aparas de couro acabado, observou-se que todos os parâmetros analisados estão dentro dos limites permitidos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) de acordo com seu Anexo F.

Ao analisar o resultado do ensaio de extrato solubilizado do agregado reciclado de aparas de couro acabado, observou-se que a maioria dos parâmetros analisados estão dentro dos limites permitidos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) de acordo com seu Anexo G, exceto os parâmetros dos fenóis totais que o resultado foi de 2,274 mg/L e o valor máximo permitido é de 0,01 mg/L, ferro total que o resultado foi de 0,472 mg/L e o valor máximo permitido é de 0,3 mg/L, cromo total que o resultado foi de 0,192 mg/L e o valor máximo permitido é de 0,05 mg/L, portanto sendo possível sua utilização pelo setor da construção civil.

4.2 Resultados do ensaio de resistência à compressão simples

Já com relação ao ensaio de resistência à compressão, os blocos analisados apresentaram resistência média de 1,7 MPa (Tabela 3), porém como não existe normatização técnica para os blocos confeccionados com resíduo de couro, portanto utilizou-se como referência a NBR 6131/14 que define os parâmetros para blocos vazados de concreto, onde a mesma estipula que para blocos sem função estrutural a resistência à compressão deve ser de pelo menos 3 MPa.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de resistência mecânica à compressão

	Dimensões médias (mm)			**Área de trabalho**	**Carga de ruptura**		**Tensao ruptura**
CF Nº	**L**	**A**	**C**	**(mm²)**	**TF**	**KN**	**(MPa)**
1	95	180	375	35625	6,12	60	1,7
2	100	185	375	37500	5,74	56	1,5
3	95	185	370	35150	6,04	59	1,7
4	95	185	370	35150	6,74	66	1,9
5	95	180	370	35150	5,72	56	1,6
6	95	185	370	35150	6,64	65	1,9
						Média	**1,7**

Fonte: Autores, 2017

5 CONCLUSÃO

Para averiguar a possível redução de periculosidade do resíduo industrial de apara de couro acabado, foram confeccionados blocos utilizando o material desenvolvido. Neste caso, utiliza-se técnica de solidificação das substâncias poluentes em amido.

A técnica de solidificação, principalmente na construção civil, é muito utilizada em matriz de cimento, sendo que nesta pesquisa optou-se por averiguar a viabilidade da solidificação em amido. Essa técnica diminui a área através da qual possa ocorrer a transferência ou perda de poluentes, limitando a solubilidade de constituintes perigosos contidos no bloco, transformando assim o resíduo que constitui o bloco classificado originalmente como perigoso (classe I) em não perigoso, não inerte (classe II A).

Conclui-se que para utilização deste bloco na construção civil, ainda é necessário reduzir a periculosidade do bloco de não perigoso não inerte (classe II A) para não perigoso inerte (classe II B), abrindo oportunidades para novos estudos. Porém averiguou-se que a técnica de solidificação diminuiu a periculosidade de um resíduo perigoso como o bloco estudado neste trabalho, sendo uma opção como uma primeira etapa para a redução de periculosidade, usando-se posteriormente uma segunda etapa para a redução da periculosidade desse material para não perigoso inerte (classe II B).

Quanto ao ensaio de resistência à compressão simples, os blocos analisados apresentaram, de acordo com a NBR 6136/2014 (para blocos vazados de concreto), resultado abaixo do valor estipulado pela norma, usada como parâmetro, para blocos sem função estrutural. Indica-se alterações de reforço na massa do bloco para que o mesmo corresponda ao parâmetro de resistência à compressão para blocos sem função estrutural. Ressaltando ainda que como o bloco em estudo não possui normatizações técnicas, por isso foi utilizada a normatização utilizada para blocos vazados de concreto.

Ainda, para indicar a ampla utilização do bloco em questão pelo setor da na construção civil, é necessário realizar outros ensaios como absorção de água, propriedades termoacústicas e aderência de tintas e argamassas.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem o apoio dos técnicos do Laboratório de Construção Civil do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo pelo apoio dispendido à realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:** Resíduos sólidos - classificação. 2004a.

_____ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10005:** Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. 2004b.

_____ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006:** Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. 2004c.

_____ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007:** Amostragem de resíduos sólidos. 2004d.

BRASIL. República Federativa do Brasil. LEI nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010 de 23 de dezembro de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, 2010.

BREDA, F. A. **Proposta de uma modelo de gestão de resíduos industriais para o setor calçadista de Franca-SP com vistas à Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Tese (doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEA-RP), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2016, 270p.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia Técnico Ambiental de Curtumes**. 2ª edição. 2014.

CICB – CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. **Dados do setor.** 2015.
FÉLIX DE SOUSA, J. D. **Peles, Couro, e Resíduos**: os curtumes no Brasil. Apostila 2009).

PATENTES ONLINE. **Técnica de reciclagem de resíduos sólidos**, 2008, http://www.patentesonline.com.br/t-cnica-de-reciclagem-de-res-duos-s-lidos-41029.html#adsense1, acesso em 11/04/2016.

SINDIFRANCA – SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CALÇADOS DE FRANCA, 2016, informações enviadas pelo e-mail comunicacao@sindifranca.org.br em 21/03/2016.