

**III-113 - ANÁLISE DA VIABILIDADE DA RECICLAGEM E UTILIZAÇÃO DE
RESÍDUOS DE COURO PROVENIENTES DA INDÚSTRIA COUREIRO
CALÇADISTA DE FRANCA/SP PARA A CONFECÇÃO DE
BLOCOS DE VEDAÇÃO**

Fabiana Andresa da Silva⁽¹⁾

Arquiteta e Urbanista pela Universidade de Franca (Unifran). Mestranda em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia no Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP). Integra o corpo docente do curso Técnico em Edificações da EPTEC em Franca-SP.

Javier Mazariegos Pablos⁽²⁾

Engenheiro Elétrico pela Escola de Engenharia de São Carlos. Mestre e Doutor em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia pelo Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP). Professor Doutor do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP).

Victor José dos Santos Baldan⁽³⁾

Graduado em Tecnologia da Construção Civil pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Mestre em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia pelo Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP). Doutorando em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia pelo Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Universidade de São Paulo (USP). Integra o corpo docente das Faculdades Integradas Einstein de Limeira.

Taciane Prado Pessoni⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade de Franca (Unifran).

Endereço⁽¹⁾: Rua Marechal Caxias, 1069, apto 301, bl. 01 - Centro - Franca - SP - CEP: 14400-600 - Brasil - Tel: (16) 99125-9431 - e-mail: fabiana.andresa@usp.br

RESUMO

As indústrias de calçados geram um grande volume de resíduos sólidos de couro de diferentes características ao longo de todo o processo de curtimento. Esses resíduos devem ser manuseados adequadamente para evitar a poluição ambiental e os danos à saúde humana. O uso máximo deste processo é necessário antes que o lixo seja descartado pela reciclagem, por exemplo. Esta pesquisa analisa a viabilidade do uso de blocos intertravados desenvolvidos a partir da incorporação de resíduos sólidos de couro de indústrias de calçados aplicados na construção civil. Foi possível fazer os blocos intertravados a partir da incorporação do resíduo de couro moído à água, ligante de amido e fungicida. O resíduo foi triturado e classificado de acordo com a normatização brasileira, NBR 10.004 (ABNT, 2004) [1]. Para classificar os blocos, foram realizados testes de contaminação (lixiviação e solubilização) e propriedades mecânicas (resistência à compressão simples). Os resultados dos testes mostraram que houve uma redução na periculosidade devido à solidificação do amido utilizada em sua fabricação. O resíduo sólido foi classificado como perigoso, Classe I, e os blocos foram classificados como não-perigosos, não-inertes, Classe II A. As propriedades mecânicas mostraram que os blocos podem ser utilizados pela indústria da construção civil como um elemento estrutural sem função estrutural.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo sólido industrial, reciclagem, construção civil, resíduo sólido de couro.

INTRODUÇÃO

Na última década, um dos setores que apresentou grande crescimento no Brasil foi o da indústria coureiro-calçadista. Conseqüentemente, 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, 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.

1.OBJETIVO

O objetivo desta investigação científica, consiste na caracterização do bloco confeccionado a partir da reciclagem do resíduo de aparas de couro acabado oriundo da Indústria coureiro calçadista de Franca/SP, para que se possa analisar a reciclagem deste material e consequentemente a viabilidade da utilização do bloco na construção civil.

2.METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

2.1 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.

Primeiramente foi realizado a moagem do resíduo industrial de aparas de couro acabado, transformando-o em agregado. O material foi moído no laboratório. A peneira granulométrica utilizada na moagem foi com abertura de malha de 10 mm.

2.2 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 por um arquiteto de Franca/SP, “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 1).

Figura 1 – Desforma e cura dos blocos



Fonte: Autores, 2017

2.3 Ensaio 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).

3.RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DOS MESMOS

3.1 Resultados dos ensaios de lixiviação e solubilização

No teste de massa bruta do resíduo sólido de aparas de couro moída todos os valores dos parâmetros analisados então abaixo dos valores exigidos, exceto os parâmetros Cromo Hexavalente (Tabela 2). Por isso o resíduo foi classificado como perigoso, classe I.

Tabela 2 – Resultado parâmetros da massa bruta

| Parametros Físicos-químicos Método | Data Análises | Unidade | NBR 10004 – Classificação de resíduo | LQ | Resultado |
|---|---------------|---------|--------------------------------------|----------|-----------|
| Cianeto total (ME 06, revisao 14) | 06/02/2018 | mg/kg | 250 | 1,0 | < 1,0 |
| Cromo Hexavalente (ME 82, revisao 05) | 19/02/2018 | mg/kg | 1 | 0,15 | 891 |
| Líquidos Livres (ABNT NBR 12968:1993) | 19/02/2018 | --- | Ausentes | Ausentes | Ausentes |
| Óleos e Graxas (solos e resíduos) (SMWW 22ª Edição, 2012, Método 5520D e E) | 19/02/2018 | mg/kg | --- | 10,0 | 92,07 |
| Sulfeto (ME 60, revisao 05) | 02/02/2018 | mg/kg | 500 | 10,0 | < 10,0 |
| Teor de umidade (---) | 19/02/2018 | % | --- | 1,0 | 38,22 |

Fonte: Autores, 2017

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

Tabela 2 – Resultado parâmetros da massa bruta

| Parametros Físicos-químicos Método | Data Análises | Unidade | NBR 10004 – Classificação de resíduo | LQ | Resultado |
|---|---------------|---------|--|----------|-----------|
| Cianeto total (ME 06, revisao 14) | 06/02/2018 | mg/kg | 250 | 1,0 | < 1,0 |
| Cromo Hexavalente (ME 82, revisao 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 (solos e resíduos) (SMWW 22 ^a Edição, 2012, Método 5520D e E) | 19/02/2018 | mg/kg | --- | 10,0 | 31,25 |
| Sulfeto (ME 60, revisao 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.

3.2 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

| CF N° | Dimensões médias (mm) | | | Área de trabalho (mm ²) | Carga de ruptura | | Tensão ruptura (MPa) |
|-------|-----------------------|-----|-----|-------------------------------------|------------------|--------------|----------------------|
| | L | A | C | | TF | KN | |
| 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

4. 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos - classificação. 2004a.
2. _____ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. 2004b.
3. _____ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. 2004c.
4. _____ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. 2004d.
5. 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.



6. 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.
7. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia Técnico Ambiental de Curtumes. 2ª edição. 2014.
8. CICB – CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. Dados do setor. 2015.
9. FÉLIX DE SOUSA, J. D. Peles, Couro, e Resíduos: os curtumes no Brasil. Apostila 2009).
10. 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.
11. SINDIFRANCA – SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CALÇADOS DE FRANCA, 2016, informações enviadas pelo e-mail comunicacao@sindifranca.org.br em 21/03/2016.